

Optimal charging system for battery of IC engined motor vehicle

Patent number: DE19639826
Publication date: 1997-04-17
Inventor: POTT EKKEHARD (DE)
Applicant: VOLKSWAGENWERK AG (DE)
Classification:
- international: B60R16/04; H02J7/14; H02P9/10
- european: H02J7/14F
Application number: DE19961039826 19960927
Priority number(s): DE19961039826 19960927; DE19951038324 19951014

[Report a data error here](#)**Abstract of DE19639826**

An optimal charging system for the battery of a motor vehicle powered by an IC engine has a controller which receives signals for fuel injection, engine torque, throttle opening and rpm. The combined effect of these variables in relation to battery demand is evaluated by the controller for regulation of the generator field excitation. Fig. 5 illustrates the control regime of the system wherein all vehicle operating points above the curve (1) in the region (4) allow complete de-energisation of the generator field for all torques up to a maximum (2) and down to approx. 57 percent battery charge (3) whereas for points in the region (5) generator output is required.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 196 39 826 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
B 60 R 16/04
H 02 J 7/14
H 02 P 9/10

21 Aktenzeichen: 196 39 826.6
22 Anmeldetag: 27. 9. 96
43 Offenlegungstag: 17. 4. 97 v. u.

DE 196 39 826 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31
14.10.95 DE 195383249

71 Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:
Pott, Ekkehard, 38518 Gifhorn, DE

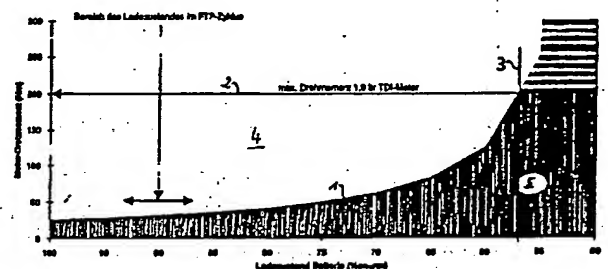
54 **Ladesystem für ein Kraftfahrzeug**

57 Die Erfindung betrifft ein Ladesystem für ein Kraftfahrzeug.

Zur Sicherstellung eines möglichst hohen Ladezustandes einer in Kraftfahrzeugen mitgeführten Batterie wird diese meist praktisch über den gesamten Fahrzeugbetrieb dauer geladen. Mit dem neuen Ladesystem sollen die Batterieladezeiten optimiert werden.

Das erfindungsgemäße Ladesystem hat ein Steuergerät, das Betriebskenngrößen wie Kraftstoffeinspritzmenge, Ladement, Drosselklappenstellung und/oder die Drehzahl des Kraftfahrzeuges erfaßt und oberhalb eines erhöhten Wertes dieser Betriebskenngrößen die Erregerwicklung entregt. Der erhöhte Wert ist variabel (1) und abhängig vom Ladezustand der Batterie, so daß mit zunehmendem Batterieladezustand die Entregung (4) im Fahrbereich häufiger eintritt. Unterhalb eines Mindestladezustands (3) ist der Generator dauernd erregt (5). Hierdurch wird erreicht, daß der Generator überwiegend in ungünstigen Bereichen des spezifischen Verbrauches des Motors (Punkt B) erregt ist. Der Generator hat hier einen niedrigeren spezifischen Verbrauch als bei einem höheren Lastmoment (Punkt D).

Das Ladegerät eignet sich insbesondere für Personenkraftfahrzeuge.



DE 196 39 826 A 1

Die Erfindung betrifft ein Ladesystem für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Patentanspruch 1 der DE 195 34 902.

Bei konventionellen Bordnetzen von Fahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen wird der benötigte Strom unabhängig vom momentanen Wirkungsgrad nach Möglichkeit vollständig vom Generator erzeugt. Eine mitgeführte Batterie dient im Wesentlichen als Energiespeicher für den Startvorgang, zur Sicherung des Stromhaushaltes bei einer Bordnetzbelastung oberhalb des Generatorstroms sowie (kurzzeitig) der Versorgung des Bordnetzes bei Motorstillstand.

Beim Betrieb des konventionellen Bordnetzes ist auf Grund des Dauerbetriebes des Generators die eingesetzte Energiemenge, d.h. die Kraftstoffmenge in g/kWh, gegenüber einer optimierten Stromerzeugung mittels eines separaten Stromgenerators hoch. Hinzu kommt, daß mit steigender Generatordrehzahl die Generatorantriebsleistung gegenüber der mechanischen Verluste des Generators sind daher Vorrichtungen zur Regelung der Generatordrehzahl entwickelt worden (DE 31 50 446 A). Weiterhin wurde eine Regelung eines Ladesystems für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen (DE 33 13 398 C), bei dem die Betriebsbedingungen der Verbrennungskraftmaschine zur Regelung des Ladesystems herangezogen werden. Hierbei wird auch die Regelung des Verbrennungsmotors durch den Ladevorgang beeinflusst. Aus der EP 0 139 429 B ist eine Ladesystem-Regelung bekannt, in der bei geladener Batterie eine Umschaltung der Generatorspannung auf Erhaltungsladung erfolgt. Hieraus sowie aus der DE 31 04 864 C ist außerdem ein Laden der Kraftfahrzeug-Batterie während einer Fahrzeugverzögerung bekannt, wobei in der letztgenannten Schrift der Generator ausschließlich bei einer Fahrzeugverzögerung elektrisch zugeschaltet ist. Ferner ist aus der DE 36 18 868 C ein Ladesystem für Kraftfahrzeuge bekannt, bei dem bei einer niedrigen Geschwindigkeit der Generator elektrisch entkoppelt wird, damit der Verlust an Ausgangsleistung des Motors bei niedriger Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges gering ist. Aus der DE 41 02 150 ist ein Verfahren bekannt, bei dem der Generator zur Stromerzeugung nur bei bestimmten Betriebszuständen im Motorverbrauchskennfeld, insbesondere bei einem schlechten Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine, betrieben wird.

Aufgabe der Erfindung ist ein Ladesystem für ein Kraftfahrzeug, das in seinem Aufbau verhältnismäßig einfach und hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches im Verhältnis zur Generatorleistung verbessert sein soll. Hierbei soll die Generatorleistung so zur Verfügung stehen, daß im Fahrbetrieb ein guter Ladezustand der Batterie erreicht wird.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs beschriebenen Ladesystem mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Ladesystem wird berücksichtigt, daß bei Generator Drehzahlen bis ca. 8000 U/min die mechanischen Verluste (Lüfterverluste und Reibung) relativ gering sind, und daß die Generatorantriebsleistung bis zu dieser Drehzahl weitgehend drehzahlunabhängig proportional zum erzeugten Strom ist. Bei einer mechanischen Trennung des Generators von seinem Antrieb sind daher bis zu dieser Drehzahl gegenüber einer elektrischen Entregung durch Unterbre-

chung des Erregerstroms keine Wesentlichen Vorteile zu erwarten.

Anders als beim Stand der Technik, gemäß dem der Generator ausschließlich bei einer Verzögerung des Kfz aktiv ist — hier wird der Generatorstrom zum Null-Tarif erzeugt — berücksichtigt das erfindungsgemäße Ladesystem den spezifischen Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine. So ist bei kleinen und mittleren Lasten der spezifische Kraftstoffverbrauch (in g/kWh) weitgehend unabhängig von der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine und nahezu ausschließlich vom Motormoment abhängig (Fig. 2). Während des Fahrzeugbetriebes sind die durch die Fahrwiderstände (Luft-, Roll- und Beschleunigungswiderstand) bedingten Betriebspunkte im Mitteldruck-Drehzahl-Kennfeld (Muschel-Diagramm, Fig. 2) vorgegeben. Die Erfindung macht sich insbesondere den unterschiedlichen Abstand der Linien gleichen spezifischen Kraftstoffverbrauchs zu Nutze. Dies wird anhand von Fig. 2 weiter unten näher beschrieben.

Da das Lastmoment von der Einspritzmenge, der Drosselklappenstellung, der Drehzahl und auch der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges abhängt, können all diese Betriebskenngrößen für das Entregen des Generators herangezogen werden. Besonders günstig, da einfach zu bewerkstelligen, kann die Motordrehzahl zusammen mit der Einspritzmenge oder die Motordrehzahl zusammen mit der Drosselklappenstellung (bei Ottomotoren) zur Bestimmung des Lastmomentes herangezogen werden. Die Einspritzmenge wird vorteilhaft einem Durchflußmesser in der Kraftstoffleitung abgenommen oder, besonders einfach, über die Einspritzdauer bestimmt. Der Wert der Betriebskenngröße, oberhalb dessen die Erregerwicklung, insbesondere die Feldwicklung des Generators, entregt wird, wird vorteilhaft so gewählt, daß der spezifische Kraftstoffverbrauch für die Stromerzeugung oberhalb des Wertes der Betriebskenngröße höher ist als unterhalb des Wertes, wobei hierbei insbesondere auch die mechanischen Verluste im Generator mit berücksichtigt werden.

Vorteilhaft wird von dem verwendeten Steuermittel, das die Betriebskenngrößen für das Entregen des Generators erfaßt, auch die Generatordrehzahl (beispielsweise über die Motorendrehzahl) erfaßt und die Entregung des Generators bei einem längeren Verweilen in einem Generator Drehzahlbereich oberhalb von 8000 U/min, insbesondere oberhalb von 12000 U/min, aufgehoben. Bei längerer Verweilzeit kommen Zeiten insbesondere zwischen 0,5 und 5 min. in Betracht. Bei diesen hohen Drehzahlen ist zwar der Kraftstoffverbrauch des Generators im Verhältnis zur Generatorleistung besonders hoch, das Entregen des Generators bringt aber nur einen geringen Gewinn, da die mechanische Verlustleistung des Generators bestehen bleibt. Außerdem ist es vorteilhaft, wenn bei diesen dauerhaft hohen Drehzahlen und meist auch entsprechend hohen Geschwindigkeiten des Fahrzeuges die volle Generatorleistung zur Verfügung steht, um beispielsweise Lüfter und Lichtquellen ohne Batteriebelastung zu versorgen.

Vorteilhaft wird von dem Steuermittel auch der Ladezustand der Batterie erfaßt und unterhalb eines Mindestladezustandes das Entregen des Generators ausgesetzt. Der Ladezustand kann beispielsweise über die Batterieausgangsspannung erfaßt werden, vorteilhaft werden jedoch die Lade- und Entladeströme der Batterie über die Zeit integriert. Beispiele für die Bestimmung des Ladezustandes der Batterie sind aus dem Stand der Technik bekannt.

Zu Vermeidung einer zu hohen Batteriebelastung ist es außerdem vorteilhaft, wenn der Stromverbrauch des Kraftfahrzeuges und/oder einzelner Stromverbraucher, wie beispielsweise der Lüftung oder der Beleuchtung, erfaßt werden. Oberhalb eines vorbestimmten Stromverbrauches wird dann die Entregung außer Betrieb gesetzt.

Vorzugsweise haben der Mindestladezustand und der vorbestimmte Hochstromverbrauch, bei dessen Unterschreiten die Entregung außer Betrieb gesetzt wird, einen variablen Einsatz, der abhängig ist beispielsweise von der jeweils anderen Größe (Ladezustand/Stromverbrauch). Hierdurch wird eine optimal häufige Entregung des Generators möglich.

Besonders günstig ist das Ladesystem mit einer Schuberkennung ausgerüstet, die bei einer Schuberkennung der Verbrennungskraftmaschine eine Entregung des Generators aufhebt. Da im Schubbetrieb kein oder nur wenig Kraftstoff verbraucht wird, ist hier die Generatorleistung besonders wirtschaftlich zu erhalten.

Mit der Erfindung wird erreicht, daß der Generatorstrom mit möglichst gutem Gesamtwirkungsgrad gewonnen wird. Dazu wird die Entdrosselung insbesondere des Ottomotors genutzt, indem bevorzugt im Leerlauf und unteren Teillastbereich der Generator erregt ist und in Bereichen hoher Last der Generator entregt ist, wobei der Schwellwert zur Generatorregelung dynamisch ist.

Um — als Folge eines Fahrbetriebs mit überwiegend hoher Last — ein Absinken des Batterieladezustandes unter einen wiederstartgefährdenden Mindestladezustand zu vermeiden, wird mit sinkendem Batterie-Ladezustand das Maximalmoment (der erhöhte Wert) der Generatorerregung angehoben. Diese Anhebung ist so auszulegen, daß bei einem Ladezustand der Batterie unterhalb des Mindestladezustandes das Maximalmoment der Generatorerregung das maximale Motordrehmoment übertrifft, so daß der Generator in allen Betriebszuständen erregt ist.

Vorzugsweise stellt die Kurve des Maximalmomentes der Generatorerregung eine Hyperbel dar, die in der Nähe des Mindestladezustandes unendlich hohe Werte annimmt, in weiten Bereichen des Batterieladezustandes jedoch geringe Werte aufweist. Somit werden über eine weite Spanne des Batterieladezustandes ein niedriges Maximalmoment der Generatorerregung und hohe Zeitanteile einer Fahrt mit entregtem Generator gewährleistet.

Im realen Fahrbetrieb sind bei normaler Strombelastung (ca. 30 A) bei einem Mittelklasse-Pkw ($m = 1500$ kg) mit Ottomotor (2,0 ltr, 85 kW) im FTP-Zyklus Verbrauchseinsparungen von ca. 2% zu erreichen. Der Batterieladezustand liegt dabei bei ca. $90 \pm 2\%$.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand von Zeichnungen näher beschrieben:

Es zeigen

Fig. 1 ein Leistungsdiagramm eines Generators;

Fig. 2 ein Muscheldiagramm;

Fig. 3 ein Raumdigramm des spezifischen Verbrauchs eines Generators;

Fig. 4 ein Schaltdiagramm für die Generatorentregung; und

Fig. 5 ein Diagramm für den Betriebsbereich des Generators.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß bis zu einer Generator-drehzahl von ca. 8000 U/min. die mechanischen Verluste gering sind. Ein Punkt B steht für Generatorstrom von ca. 45 Ampère und eine Generatorantriebsleistung von

1 kW bei einer niedrigen Generator-drehzahl. Bei einer mittleren Generator-drehzahl ist für den gleichen Generatorstrom bereits eine Generatorantriebsleistung von 1,15 kW notwendig (Punkt D). Übertragen in ein Muscheldiagramm (Fig. 2) liegt der Punkt B in einem ungünstigen Bereich des spezifischen Verbrauches des Motors (niedrige Motorlast), der Punkt D in einem günstigen Bereich. Eine Entlastung der Verbrennungskraftmaschine um die Generatorlast führt zu einer Verschiebung des Punktes B zum Punkt A und des Punktes D zum Punkt C. Da Punkt B auf einer Linie des spezifischen Verbrauches von 450 g/kWh und Punkt A von 700 g/kWh liegt, errechnet sich der spezifische Verbrauch für die Stromerzeugung zu $(2 \times 450 - 700) = 200$ g/kWh. Die Punkte D und C liegen auf Linien spezifischen Verbrauches von 275 bzw. 278 g/kWh, entsprechend berechnet sich der spezifische Verbrauch für die Generatorantriebsleistung zu $(18,65 \times 275 - 17,5 \times 278) = 263,75$ g/kWh. Dies entspricht einem Verbrauchsunterschied von über 30% gegenüber den Betriebspunkten A/B. In Fig. 3 ist der spezifische Verbrauch für eine Generatorantriebsleistung von 1 kW für die Hauptfahrbereiche aufgetragen, gegen die Motordrehzahl und das Lastmoment. Man erkennt, daß über weite Bereiche mit zunehmender Motorlast und/oder zunehmender Motordrehzahl der spezifische Verbrauch der Generatorantriebsleistung steigt. Durch geeignete Wahl der Entregungspunkte des Generators, insbesondere in den Bereichen höherer Lastmomente, läßt sich der Generator im Bereich niedrigen spezifischen Kraftstoffverbrauches betreiben. Während der Entregung des Generators wird das Bordnetz über die Batterie mit Strom versorgt.

Eine beispielhafte Funktion des Ladesystems wird im folgenden an Hand von Fig. 4 erläutert.

In einem Steuergerät werden in regelmäßigen Zeitabständen t die Drehzahl U einer (nicht dargestellten) Verbrennungskraftmaschine, deren Einspritzmenge m_{ein} und (oder alternativ zur Einspritzmenge) eine Drosselklappenstellung α erfaßt. Aus diesen Eingangsdaten wird das Lastmoment M_d der Verbrennungskraftmaschine bestimmt. An einer (nicht dargestellten) Batterie wird über einen weiteren Meßfühler in regelmäßigen Zeitabständen t_b der Lade-/Entladestrom I_{Batt} gemessen und der Ladezustand LZ durch Addition des Produktes aus Lade-/Entladestrom und dem Zeitabstand t_b ermittelt. Die Größe LZ beschreibt den aktuellen Ladezustand der Batterie als prozentuales Verhältnis der Rest-Kapazität zur Nenn-Kapazität. In dem Steuergerät wird weiterhin geprüft, ob die eingespritzte Kraftstoffmenge $m_{\text{ein}} = 0$ ist (Schub), oder ob das Lastmoment M_d unter einem Wert $a/LZ - b$ liegt, wobei a beispielsweise im Bereich 500—2000 und b für Blei-Batterien bevorzugt im Bereich 50—70 liegen kann. Falls eines dieser Kriterien erfüllt ist, bleibt der Generator erregt; wenn beide dieser Kriterien nicht erfüllt sind, wird mittels einer geeigneten Vorrichtung (z. B. Relais) der Erregerstrom des Generators unterbrochen, der Generator liefert keinen Strom mehr und das Bordnetz wird aus der Batterie versorgt. Durch entsprechende Wahl des Parameters b wird sichergestellt, daß bei Erreichen des kritischen Ladezustandes der Batterie der Schwellenwert für das Mindestdrehmoment zum Ausschalten des Erregerstroms so weit ansteigt, daß er im Betrieb nicht mehr erreicht wird.

In Fig. 5 ist der Schwellwert, oberhalb dessen der Generator entregt (4) ist, beispielhaft für die Auslegung

$$Md < \frac{1250}{LZ - 50}$$

(? = Abfrage) in Abhängigkeit des Ladezustandes der Batterie und des Motor-Drehmoments dargestellt. Der Schwellwert bezieht sich auf das am Motor anliegende Drehmoment, kann aber auch auf andere der oben genannten Größen bezogen werden. Unterhalb der Kurve 1 ist der Generator erregt (5), darüber entregt (4). Bei etwa 57% Batterieladezustand (Mindestladezustand 3) erreicht die Kurve 1 den Wert 2 des max. Drehmoments des Motors, so daß bei einem Batterieladezustand <57% keine erhöhten Werte (für das Drehmoment des Motors) mehr existieren, bei denen der Generator entregt wird. Im normalen Fahrbetrieb erfolgt also die Häufigkeit der Generatorentregung in Abhängigkeit des Ladezustands der Batterie.

Patentansprüche

1. Ladesystem für ein Kraftfahrzeug mit einem von einer Verbrennungskraftmaschine angetriebenen Generator, der eine Erregerwicklung aufweist, über die eine Generatorausgangsspannung einstellbar ist, einer aufladbaren Batterie, deren Aufladung mittels der Generatorausgangsspannung erfolgt, und einem Steuermittel, das mindestens eine Betriebskenngröße der Verbrennungskraftmaschine erfaßt und während des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine unter bestimmten Betriebsbedingungen der Verbrennungskraftmaschine die Erregerwicklung entregt, wobei das Steuermittel während einer Fahrt des Kraftfahrzeuges als Betriebskenngröße der Verbrennungskraftmaschine deren Kraftstoffeinspritzmenge und/oder deren Lastmoment und/oder deren Drosselklappenstellung und/oder deren Drehzahl und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges erfaßt und oberhalb eines erhöhten Wertes dieser Betriebskenngrößen die Erregerwicklung entregt, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermittel einen Batterieladezustand erfaßt, und daß der erhöhte Wert abhängig ist von dem Batterieladezustand und bei einem hohen Batterieladezustand tief und bei einem niedrigen Batterieladezustand hoch liegt.
2. Ladesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der Betriebskenngröße derart ausgewählt ist, daß ein spezifischer Kraftstoffverbrauch für eine Generatorleistung oberhalb des Wertes höher ist als unterhalb des Wertes.
3. Ladesystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermittel die Generatordrehzahl erfaßt und bei längerem Überschreiten einer Generatordrehzahl von 8000 U/min, insbesondere von 12000 U/min, die Erregerwicklung nicht entregt.
4. Ladesystem nach einem der Vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermittel unterhalb eines Mindestladezustandes die Erregerwicklung nicht entregt.
5. Ladesystem nach einem der Vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermittel einen Stromverbrauch des Kraftfahrzeuges und/oder einzelner Stromverbraucher eines Kraftfahrzeuges erfaßt und oberhalb eines Hochstromverbrauches und/oder beim Einsatz einzelner

Stromverbraucher die Erregerwicklung nicht entregt.

6. Ladesystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Mindestladezustand und/oder der Hochstromverbrauch einen variablen Einsatz haben.

7. Ladesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermittel Mittel zum Erfassen einer Kraftfahrzeugverzögerung und/oder eines Schubbetriebes der Verbrennungskraftmaschine umfaßt und beim Erfassen einer Verzögerung und/oder eines Schubbetriebes die Erregerwicklung nicht entregt.

8. Ladesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit zunehmendem Batterieladezustand der erhöhte Wert abnimmt.

9. Ladesystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abnahme des erhöhten Wertes hyperbolisch ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

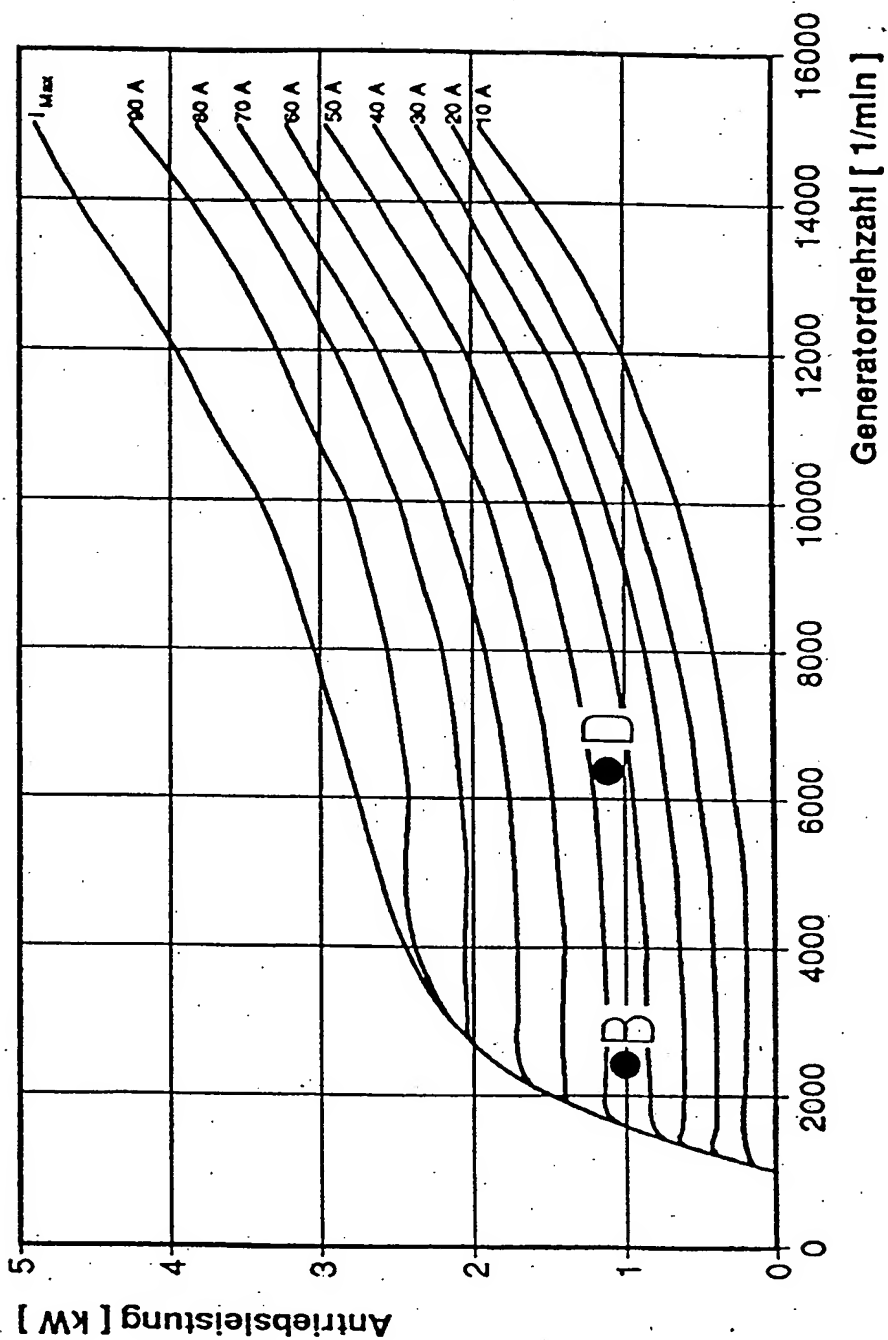


Fig. 1

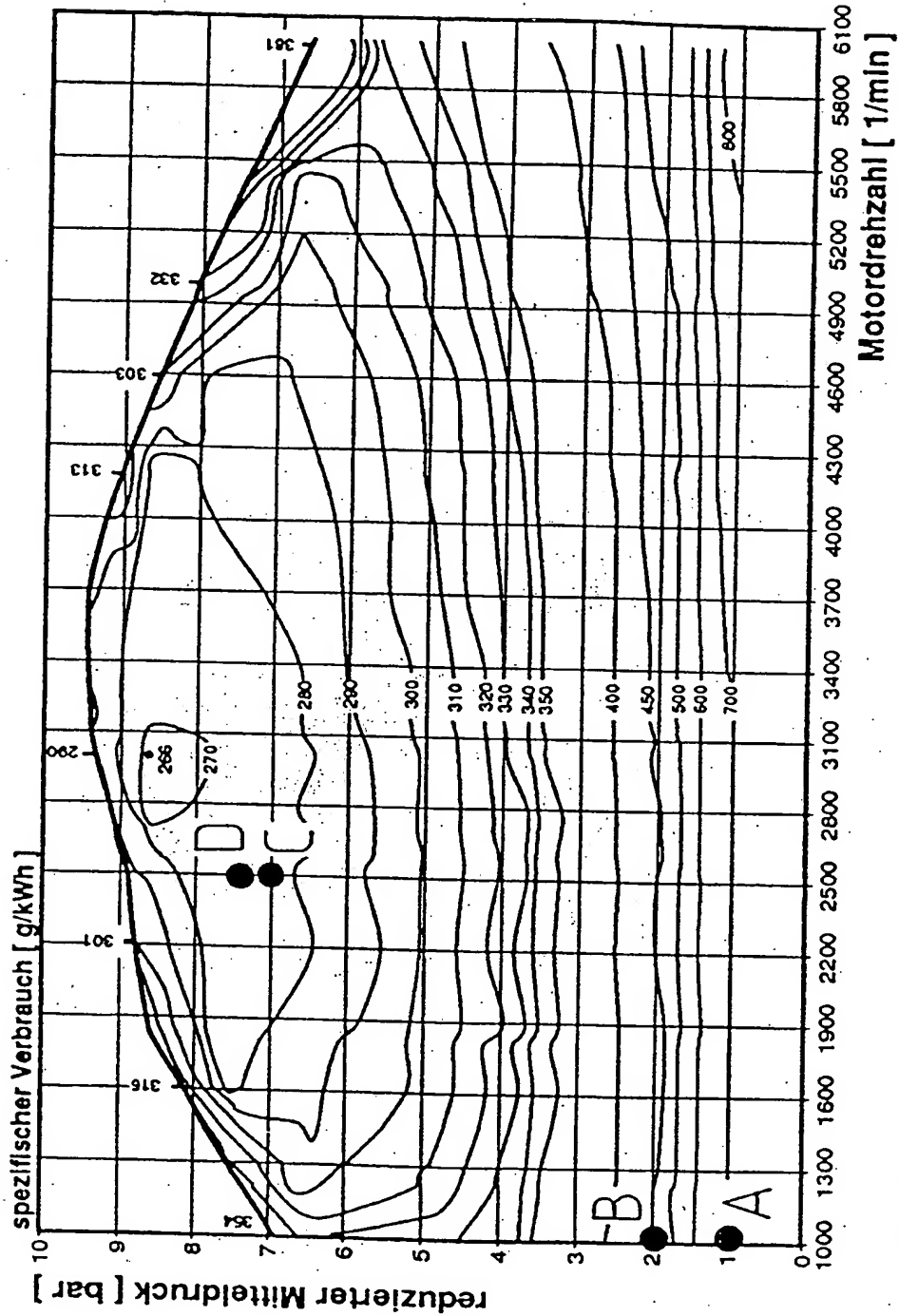


Fig. 2

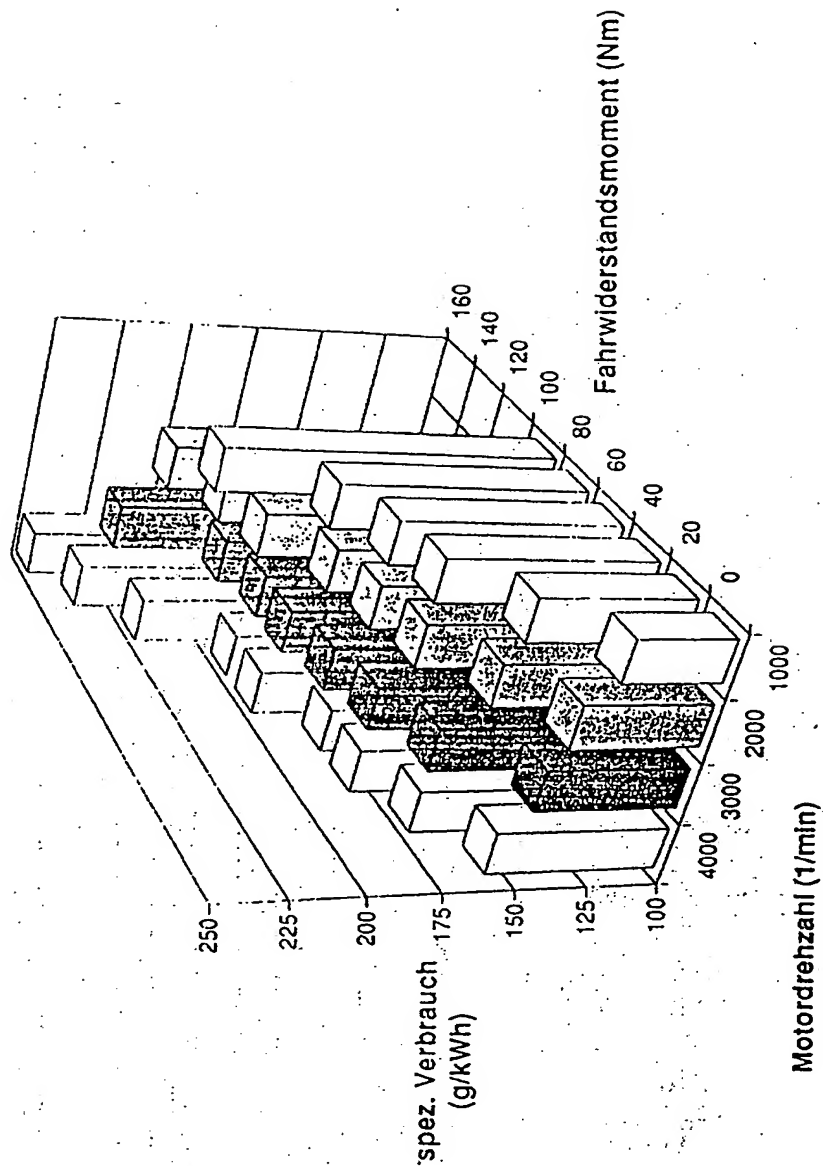


Fig. 3

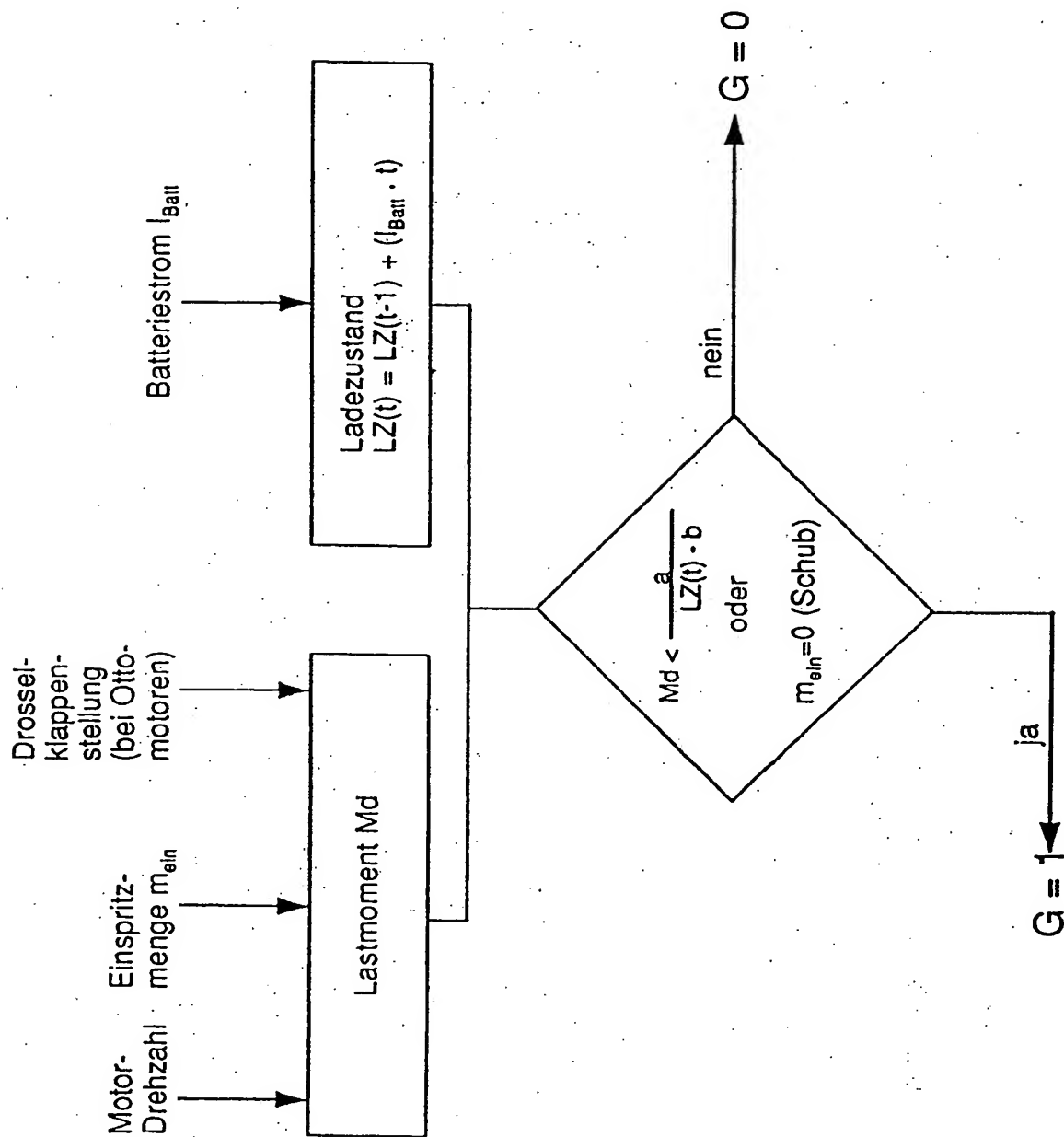


Fig. 4

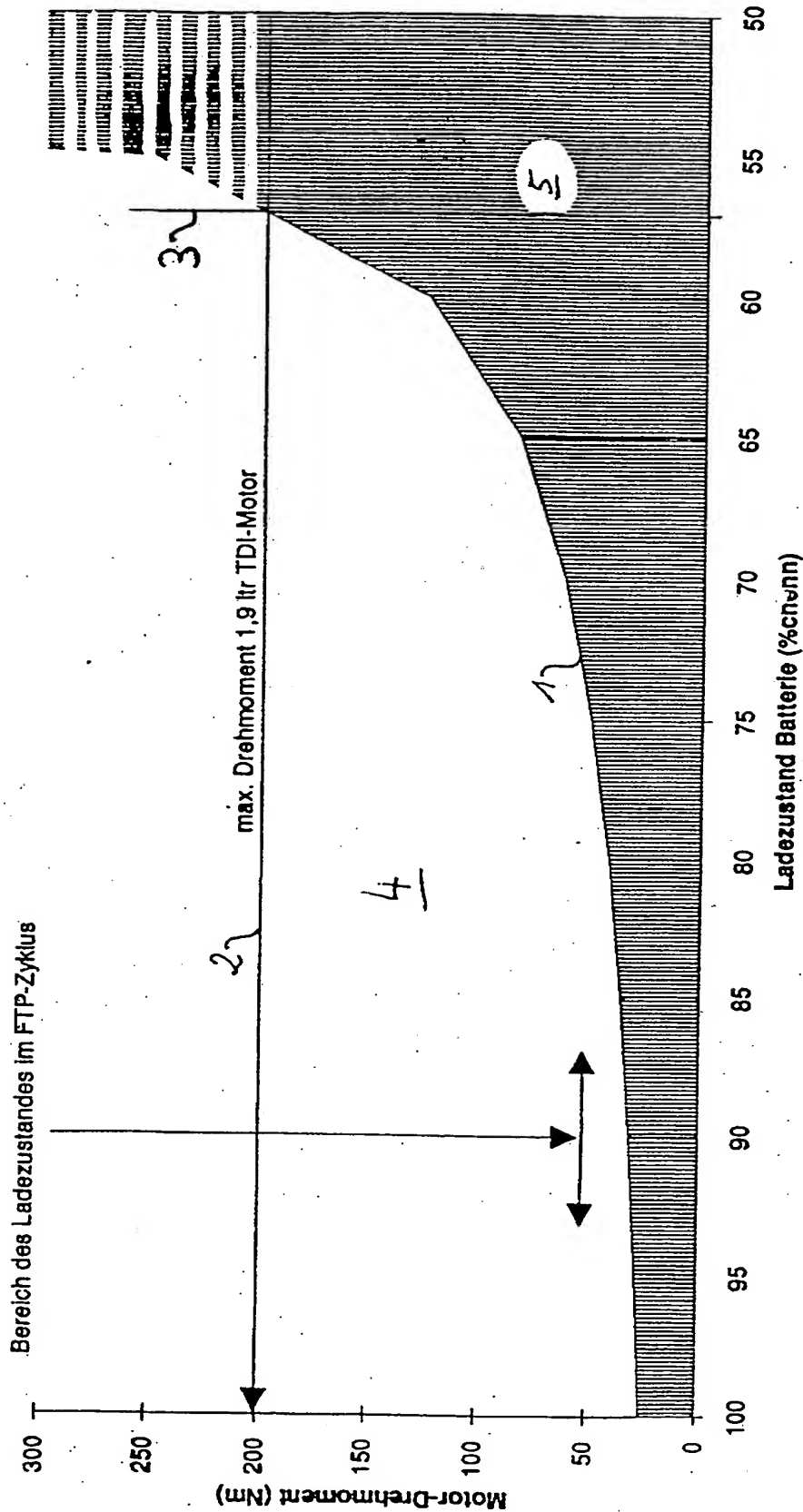


Fig. 5